



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 20 521 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**G 01 M 17/10**  
B 61 L 23/00  
G 01 H 1/00

②1 Aktenzeichen: 100 20 521.6  
②2 Anmeldetag: 19. 4. 2000  
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 2001

DE 100 20 521 A 1

⑦1 Anmelder:  
Deutsche Bahn AG, 10785 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:  
Sunder, Reinhold, 85778 Haimhausen, DE;  
Kolbasseff, Alexander, 83527 Haag, DE; Kieninger,  
Kurt, 81827 München, DE; Ackermann, Thomas,  
85368 Wang, DE; Säglitz, Mario, Dr., 12163 Berlin,  
DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 198 52 220 A1  
DE 198 37 485 A1  
DE 198 37 476 A1  
DE 198 36 081 A1  
EP 01 78 468 A2  
WO 95 31 053 A1

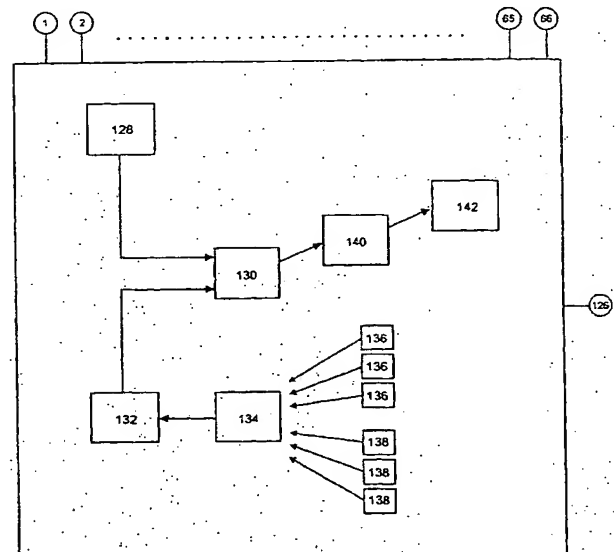
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei ein Schwingungsverhalten wenigstens einer Fahrzeugkomponente überwacht wird, indem wenigstens ein Schwingungsmuster erfasst und mit wenigstens einem Referenzschwingungsmuster verglichen wird, wobei eine Eigenschwingung wenigstens einer Fahrzeugkomponente überwacht wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei wenigstens ein Schwingungsaufnehmer an wenigstens einer Fahrzeugkomponente angeordnet ist. Hierzu sind Mittel zur Auswertung der von wenigstens einem Schwingungsaufnehmer gelieferten Signalmuster vorgesehen, wobei Kennwerte der Schwingungsmuster der wenigstens einen Fahrzeugkomponente erfasst werden und mit Referenzkennwerten der Schwingungsmuster einer Eigenschwingung der Fahrzeugkomponente verglichen werden.



DE 100 20 521 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen.

[0002] Aus der DE 198 37 476 A1 ist ein Verfahren der gattungsgemäßen Art bekannt. Dort wird vorgeschlagen, das Schall- und/oder Schwingungsverhalten während des bestimmungsgemäßen Einsatzes von Schienenfahrzeugen online zu erfassen und die erfassten Messergebnisse mit einem für eine jeweilige Fahrgeschwindigkeit geltenden Referenzwert zu vergleichen, wobei die Referenzwerte insbesondere fahrtortbezogen zur Verfügung gestellt werden. Bei diesem bekannten Verfahren ist nachteilig, dass insbesondere beim Einsatz von sogenannten Hochgeschwindigkeitszügen durch den Einfluss der fahrtortbezogenen Referenzwerte eine erhebliche Fehlerquelle gegeben ist. Das bekannte Verfahren ist hierdurch mit einer relativ hohen Ungenauigkeit behaftet, die insbesondere beim Einsatz in für die Personenförderung ausgelegten Hochgeschwindigkeitszügen ein nicht tolerierbares Restrisiko bürgt. Ferner können mittels des bekannten Verfahrens lediglich vorher frequenzklassifizierte Schäden erkannt werden. Überraschende, nicht klassifizierte Schäden können nicht erkannt werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mittels denen in einfacher Weise eine hochgenaue Überwachung des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen möglich ist.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass eine Eigenschwingung wenigstens einer Fahrzeugkomponente während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Schienenfahrzeuges überwacht wird, kann in einfacher Weise ein hochgenaues Verfahren zur Verfügung gestellt werden, das insbesondere auch auf die zusätzliche Einbindung fahrtortbezogener Komponenten beziehungsweise Parameter verzichtet. Hierdurch kann das erfindungsgemäße Verfahren schneller und genauer durchgeführt werden. Ferner können so vorteilhaft jegliche Schäden, also auch vorher nicht klassifizierte Schäden, detektiert werden.

[0005] Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass einzelne Fahrzeugkomponenten und gegebenenfalls miteinander gekoppelte Fahrzeugkomponenten auf Schwingungsanregungen, wie dies beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Schienenfahrzeuge erfolgt, mit gekoppelten Eigenschwingungen definierter Frequenz, Amplitude und Dämpfung reagieren. Durch Vergleich der ermittelten Ist-Eigenschwingung mit der erwarteten und vorzugsweise als Referenzwert abgespeicherten Eigenschwingung lässt sich aufgrund von ermittelten Abweichungen auf ein verändertes Schwingungsverhalten der überwachten Fahrzeugkomponente schließen, so dass dieses veränderte Schwingungsverhalten in Bezug zu etwaigen Fehlerquellen gesetzt werden kann. Somit lässt sich eine Onboard-Diagnose von Schienenfahrzeugen realisieren.

[0006] In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Frequenz-, Amplituden- und/oder Dämpfungsparameter der Eigenschwingung überwacht wird. Durch eine derartige Ausgestaltung wird vorteilhaft erreicht, dass über der Zeit eine Änderung der Frequenz, Amplitude und/oder Dämpfung der jeweiligen Eigenschwingung überwacht werden kann und so in einfacher Weise eine Veränderung des Schwingungsverhaltens des gesamten Schienenfahrzeuges detektiert werden kann.

[0007] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Eigenschwingungen der wenigstens einen Fahrzeugkomponente geschwindigkeitsab-

hängig überwacht werden. Hierdurch kann in einfacher Weise auf unterschiedliche Anregungsfunktionen während unterschiedlicher Geschwindigkeiten des Schienenfahrzeuges Rücksicht genommen werden, so dass das Messergebnis eine hohe Genauigkeit aufweist. Hierdurch lassen sich geschwindigkeitsbedingte Amplitudenabweichungen und geschwindigkeitsbedingte Frequenzverschiebungen bei der Überwachung der Eigenschwingungen berücksichtigen.

[0008] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die geschwindigkeitsabhängige Überwachung der Eigenschwingung in festlegbaren Geschwindigkeitsstufen erfolgt. Hierdurch kann der Überwachungsaufwand reduziert werden, da durch die Festlegung von Geschwindigkeitsstufen reale Geschwindigkeitsänderungen innerhalb einer Geschwindigkeitsstufe bei der Überwachung der Eigenschwingung unberücksichtigt bleiben können. Dieser bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass innerhalb bestimmter Geschwindigkeitsstufen eine geschwindigkeitsabhängige Amplitudenänderung oder Frequenzverschiebung der Eigenschwingung vernachlässigbar ist.

[0009] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Überwachung der Eigenschwingung fahrwegabhängig erfolgt. Hierdurch können die im realen Fahrbetrieb der Schienenfahrzeuge auftretenden unterschiedlichen Anregungsfunktionen bei unterschiedlichen Fahrwegen, insbesondere bei Neubaustrecken, Altbau- strecken, Ausbaustrecken oder dergleichen, berücksichtigt werden. Entsprechend dem tatsächlichen Streckenzustand ergeben sich unterschiedliche Anregungsfunktionen für die zu überwachenden Fahrzeugkomponenten, so dass bei der Auswertung der Eigenschwingung die unterschiedlichen Anregungsfunktionen entsprechend der tatsächlich befahrenen Fahrwege in einfacher Weise berücksichtigt werden können. Hierdurch wird eine genaue Überwachung des Fahrverhaltens der Schienenfahrzeuge möglich.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe ferner durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 17 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass Mittel zur Auswertung der von wenigstens einem Schwingungsaufnehmer an wenigstens einer Fahrzeugkomponente gelieferten Signale vorgesehen sind, wobei eine Eigenschwingung der wenigstens einen Fahrzeugkomponente überwachbar ist und mit wenigstens einem Referenzwert vergleichbar ist, lässt sich in einfacher Weise eine Vorrichtung bereitstellen, mittels der eine genaue Schwingungsüberwachung zur Schadensfrüherkennung an Schienenfahrzeugen möglich ist.

[0011] Die Erfindung ermöglicht insbesondere eine zustandsbezogene Instandhaltung von Komponenten von Schienenfahrzeugen. Das Überwachungsverfahren kann insbesondere kontinuierlich während des Einsatzes der Schienenfahrzeuge durchgeführt werden. Das Verfahren lässt sich in einfacher Weise in eine Onboard-Diagnose des Schienenfahrzeuges integrieren.

[0012] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0014] Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Schienenfahrzeuges;

[0015] Fig. 2 eine schematische Perspektivansicht von Drehgestellen eines Schienenfahrzeuges und

[0016] Fig. 2a schematisch ein Blockschaltbild einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit.

[0017] Fig. 1 zeigt schematisch ein Schienenfahrzeug 110. Bei dem hier dargestellten Schienenfahrzeug 110 handelt es

sich um einen Mittelwagen eines Hochgeschwindigkeitszuges. Die Erfindung wird lediglich beispielhaft anhand dieses Mittelwagens erläutert. Selbstverständlich lässt sich die Erfindung ohne Weiteres auf andere Schienenfahrzeuge, beispielsweise Triebfahrzeuge, Steuerwagen, Güterwagen oder dergleichen, übertragen.

[0018] Das Schienenfahrzeug 110 umfasst einen Wagenkasten 112, der auf zwei Laufdrehgestelle 114 und 116 gelagert ist. Die Laufdrehgestelle 114, 116 umfassen jeweils Radsätze 118, 120, 122 und 124. Der allgemeine Aufbau derartiger Schienenfahrzeuge 110, insbesondere die Ankopplung des Wagenkastens 112 an die Laufdrehgestelle 114 und 116 beziehungsweise die Lagerung der Radsätze 118, 120, 122 und 124 an den Laufdrehgestellen 114 und 116, sind allgemein bekannt, so dass hierauf im Einzelnen im Rahmen der vorliegenden Beschreibung nicht näher eingegangen werden soll.

[0019] Während des Einsatzes des Schienenfahrzeuges 110 rollen die Radsätze über einen Fahrweg. Je nach Fahrgeschwindigkeit und Zustand des Fahrweges erfährt das Schienenfahrzeug 110 eine Schwingungsanregung. Diese Schwingungsanregung führt zu einem Schwingungsverhalten einzelner Komponenten des Schienenfahrzeuges 110. Dies betrifft sowohl das Schwingungsverhalten einzelner Komponenten in Bezug auf einen festen Raumpunkt als auch das Schwingungsverhalten von wenigstens zwei Fahrzeugkomponenten relativ zueinander. Nach einem Einschwing-Zeitraum schwingen die Fahrzeugkomponenten mit definierten Eigenschwingungen. Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung dieser Eigenschwingungen sind abhängig von der Schwingungsanregung. Diese wiederum ist abhängig von einer Geschwindigkeit und/oder einem Zustand des Fahrweges.

[0020] Fig. 2 zeigt in einer schematischen Perspektivansicht die Laufdrehgestelle 114 und 116 des Schienenfahrzeuges 110.

[0021] Anhand der Darstellung wird deutlich, dass das Laufdrehgestell 116 die Räder 1R, 2R, 1L und 2L und das Laufdrehgestell 114 die Räder 3R, 4R, 3L und 4L umfasst, wobei R hierbei für rechts und L für links – in Fahrtrichtung gesehen – steht. Die Radsätze 118, 120, 122 und 124 sind jeweils über Achslager mit einem primären Feder/Dämpfersystem verbunden, das andererseits an einem Drehgestellrahmen angreift. Der Drehgestellrahmen ist über ein sekundäres Feder/Dämpfersystem mit dem Wagenkasten 112 verbunden.

[0022] Gleichzeitig sind sogenannten Schlingerdämpferkonsolen am Wagenkasten angeordnet, die über Schlingerdämpfer mit dem Drehgestellrahmen verbunden sind.

[0023] In Fig. 2 ist schematisch die Anordnung von Schwingungsaufnehmern am Schienenfahrzeug 110 gezeigt. Die hier gezeigte Auswahl von Befestigungspunkten ist lediglich beispielhaft. So kann die Anzahl der Schwingungsaufnehmer reduziert sein beziehungsweise es können auch andere Befestigungspunkte an gegebenenfalls anderen Fahrzeugkomponenten vorgesehen sein. Die Schwingungsaufnehmer sind als triaxiale Beschleunigungssensoren ausgebildet. Das heißt, mittels der Schwingungsaufnehmer können in den Raumrichtungen x, y und z auftretende Beschleunigungen erfasst werden. Diese Beschleunigungen in x-, y- und/oder z-Richtung sind direkt proportional zu dem Schwingverhalten des Schienenfahrzeuges 110.

[0024] Insgesamt sind mit D an den vier Klammerungsvorrichtungen des Drehgestells befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet. Mit R sind an den unteren Sekundärdämpferbefestigungen des Drehgestellrahmens befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet. Mit K sind an den Schlingerdämpferkonsolen befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet, während mit L an den oberen Lagerschalen der Achslager befestigte Schwingungsaufnehmer bezeichnet sind.

Mit MSB ist ein am Halterahmen einer Magnetschienenbremse angeordneter Schwingungsaufnehmer bezeichnet, mit WK ein außerhalb des Wagenkastens 112 in der Nähe eines Drehzapfens angeordneter Schwingungsaufnehmer und mit WKI ein im Innenraum des Wagenkastens 112 angeordneter Schwingungsaufnehmer. Die Schwingungsaufnehmer D bestimmen die Messpositionen 1 bis 4, die Schwingungsaufnehmer R die Messpositionen 5 und 6, die Schwingungsaufnehmer K die Messpositionen 7 und 8, die Schwingungsaufnehmer L die Messpositionen 9 bis 12, der Schwingungsaufnehmer MSB die Messposition 13, der Schwingungsaufnehmer WK die Messposition 14 und der Schwingungsaufnehmer WKI die Messposition 21.

[0025] Fig. 2 zeigt mögliche Anordnungsvarianten, einerseits mit insgesamt fünfzehn Schwingungsaufnehmerpositionen am Laufdrehgestell 116, so dass insgesamt fünfdivierzig Beschleunigungssignale zur Verfügung stehen. Gemäß dem weiteren in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind am Laufdrehgestell 114 sieben Schwingungsaufnehmerpositionen angeordnet, so dass dort insgesamt einundzwanzig Beschleunigungssignale zur Verfügung stehen. Erhält beispielsweise ein Schienenfahrzeug 110 die in Fig. 2 gezeigte Ausstattung mit Schwingungsaufnehmern, sind an insgesamt zweiundzwanzig Positionen Aufnehmer angeordnet, die insgesamt sechsundsechzig Beschleunigungssignale bereitstellen. Die möglichen Beschleunigungssignale sind mit den Zahlen 1 bis 66 durchnummeriert. Es ist jedoch jede andere Anzahl von Schwingungsaufnehmern möglich. Insbesondere wird zur Kostenminimierung bei realem Einsatz die Anzahl der Schwingungsaufnehmer zu reduzieren sein.

[0026] Fig. 2a zeigt schematisch in einem Blockschaltbild eine Signalerfassungs- und Auswerteeinheit 126. Diese Signalerfassungs- und Auswerteeinheit 126 ist entweder in einem Schienenfahrzeug 110 angeordnet oder bei einem Zugverband von mehreren Schienenfahrzeugen 110 wenigstens einem der Schienenfahrzeuge, beispielsweise einem Triebfahrzeug, zugeordnet. Bei einer Mehrzahl von Schienenfahrzeugen 110 innerhalb eines Zuges und nur einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit 126 stehen ein entsprechendes Vielfaches an Eingangssignalen zur Verfügung. Anhand des erläuterten Ausführungsbeispiels sind Signaleingänge 1 bis 66 vorhanden. Die Übertragung der Signale kann leitungsgebunden, beispielsweise über ein BUS-System, oder leitungslos erfolgen. Bei einer leitungslosen Übertragung wird vorteilhaft möglich, die Signale neben der zug- oder schienenfahrzeuggebundenen Signalerfassungs- und Auswerteeinheit 126 gleichzeitig einer übergeordneten Leitstelle zu übertragen.

[0027] Die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit 126 umfasst eine Frequenzanalyseeinheit 128, mittels der die von den Schwingungsaufnehmern gelieferten Signale einer Frequenzanalyse unterzogen werden können. Dies kann beispielsweise in Form einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) erfolgen, so dass ein Frequenzspektrum des aktuellen Schwingungsverhaltens der einzelnen Fahrzeugkomponenten zur Verfügung steht. Diese Frequenzsignale werden einem Vergleicher 130 zugeführt, der die Ist-Signale mit in einem Speichermittel 132 abgelegten Referenzsignalen vergleicht. In dem Speichermittel 132 sind zuvor messtechnisch ermittelte, zu erwartende Eigenschwingungskennwerte der einzelnen Fahrzeugkomponenten abgelegt. Eigenschwingungskennwerte werden für charakteristische Peaks in den Frequenzspektren ermittelt. Diese Peaks erlauben die Beurteilung des Zustands- und Störungsverhaltens einer Fahrzeugkomponente. Peakkennwerte sind der Frequenzwert und die Amplitude des Peakmaximums und die Peak-

form als Kriterium für das Dämpfungsverhalten. Deshalb ist das Speichermittel 132 so strukturiert, dass für jede Fahrzeugkomponente geschwindigkeitsabhängige und/oder fahrwegabhängige Eigenschwingungskennwerte abgelegt sind. Über ein hier angedeutetes Aktivierungsmittel 134 wird dem Speichermittel 132 mitgeteilt, welche momentane Geschwindigkeitsparameter und/oder Fahrwegparameter zu beachten sind. Entsprechend der Geschwindigkeit und/oder dem Fahrweg ergibt sich eine unterschiedliche Anregungsfunktion für das Schienenfahrzeug 110, so dass unterschiedliche Eigenschwingungskennwerte, insbesondere hinsichtlich Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung, an der gleichen Fahrzeugkomponente beziehungsweise an der gleichen Kombination von Fahrzeugkomponenten zu erwarten sind. Die Geschwindigkeit wird hierbei in Geschwindigkeitsstufen unterteilt.

[0028] Fig. 2a zeigt schematisch drei Geschwindigkeitsstufen, die beispielsweise bei einer Ist-Geschwindigkeit von 0 bis 100 km/h, einer Geschwindigkeitsstufe von 100 bis 200 km/h und einer Geschwindigkeitsstufe > 200 km/h ansprechen. Selbstverständlich ist möglich, die Anzahl der Geschwindigkeitsstufen anders festzulegen. Beispielsweise kann eine feinere Unterteilung in kleinere Geschwindigkeitsstufen oder auch eine gröbere Unterteilung in weniger Geschwindigkeitsstufen erfolgen. Charakteristisch für die Festlegung der Geschwindigkeitsstufen ist, dass bei allen Ist-Geschwindigkeiten innerhalb einer Geschwindigkeitsstufe, beispielsweise zwischen 100 und 200 km/h, ein im Wesentlichen vergleichbares Anregungsverhalten für das Schienenfahrzeug 110 gegeben ist.

[0029] Die Auswahl der Geschwindigkeitsstufe 136 kann beispielsweise durch eine Messung der Ist-Geschwindigkeit des Schienenfahrzeuges 110 erfolgen.

[0030] Die fahrwegabhängige Aktivierung des Speichermittels 132 kann beispielsweise über hier angedeutete Fahrwegstufen 138 erfolgen. Hierbei ist beispielsweise eine Fahrwegstufe einer Neubaustrecke, eine Fahrwegstufe einer Altbaustrecke, eine Fahrwegstufe einer Ausbaustrecke zugeordnet. Je nach Zustand des Fahrweges ergeben sich wiederum unterschiedliche Anregungszustände für das Schienenfahrzeug.

[0031] Anhand der schematischen Darstellung wird deutlich, dass über die geschwindigkeitsabhängige und/oder fahrwegabhängige Aktivierung des Speichermittels 132 eine variable und genaue Vorgabe des wenigstens einen Referenzwertes für einen Eigenschwingungskennwert wenigstens einer der Fahrzeugkomponenten möglich ist.

[0032] Der Vergleich 130 vergleicht nunmehr die für die wenigstens eine ausgewählte Fahrzeugkomponente erwartete Eigenschwingung mit dem von der Frequenzanalyse 128 gelieferten Signal. Zeigt die der Eigenschwingung zugeordnete Spektrallinie beziehungsweise ein um diese Spektrallinie liegender Bereich Abweichungen in der Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung zu dem erwarteten Referenzkennwert, wird über ein Diagnosemittel 140 auf ein abweichendes Schwingungsverhalten des Schienenfahrzeuges 110 geschlossen. Je nach Grad der Abweichung, beispielsweise Über- oder Unterschreiten vorgegebener Grenzwerte, erfolgt eine Registrierung der Abweichung oder eine Sofortreaktion, beispielsweise ein Auslösen eines Bremsvorganges des Schienenfahrzeuges 110.

[0033] Durch Aufzeichnen der gemessenen Signalmuster und/oder Kennwerte und/oder der Vergleiche lässt sich neben der Ist-Überwachung des Fahrverhaltens des Schienenfahrzeuges eine statistische Auswertung über der Zeit durchführen. Ein Speichermittel 142, beispielsweise ein beschreibbarer Datenträger, wie Magnetband, Compactdisc, Festplatte oder dergleichen, kann zur Aufzeichnung der Si-

gnalmuster und/oder Kennwerte beziehungsweise Auswertung in der Erfassungs- und Auswerteeinheit 126 integriert sein.

[0034] Die im Speichermittel 142 abgespeicherten Daten lassen sich so beispielsweise fortlaufend für ein Schienenfahrzeug 110 und gegebenenfalls für von dem Schienenfahrzeug 110 regelmäßig befahrene Fahrwege analysieren, so dass über eine Langzeitstudie Veränderungen von Amplitude und/oder Frequenz und/oder Dämpfung der Frequenzpeaks im Bereich der erwarteten Eigenschwingungen zur Erstellung von Wartungsdiagnosen, Schadensfrüherkennungsdiagnosen oder dergleichen zur Verfügung stehen.

[0035] Anhand der vorstehenden Erläuterung wird deutlich, dass für jede beliebige Fahrzeugkomponente in den drei Raumrichtungen x-Richtung, y-Richtung, z-Richtung eine Eigenschwingung ermittelbar ist und jede zugehörige Eigenfrequenz während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der Schienenfahrzeuges 110 mit der gemessenen Ist-Frequenz vergleichbar ist. Auf diese Weise ist eine umfassende und genaue Überwachung des Fahrverhaltens der Schienenfahrzeuge insbesondere zur Früherkennung von Schäden durchführbar. Selbstverständlich kann zur Optimierung vorgesehen sein, dass die Anzahl der Schwingungsaufnehmer pro Laufdrehgestell reduziert ist und eine Analyse gegebenenfalls nur in ausgewählten Raumrichtungen erfolgt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei ein Schwingungsverhalten wenigstens einer Fahrzeugkomponente überwacht wird, indem wenigstens ein Schwingungssignal erfasst und mit wenigstens einem Referenzwert verglichen wird, wobei wenigstens ein Eigenschwingungskennwert eines Frequenzpeaks einer Fahrzeugkomponente überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Amplitudenkennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Frequenzkennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dämpfungskennwert eines Frequenzpeaks überwacht wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennwerte der Frequenzpeaks geschwindigkeitsabhängig überwacht werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die geschwindigkeitsabhängige Überwachung in festlegbaren Geschwindigkeitsstufen erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennwerte der Frequenzpeaks fahrwegabhängig überwacht werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die fahrwegabhängige Überwachung in festlegbaren Fahrwegstufen erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eigenschwingung in wenigstens einer Raumrichtung überwacht wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwingungsverhalten einer einzelnen Fahrzeugkomponente in Bezug auf einen festen Raumpunkt überwacht wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwin-

gungsverhalten von wenigstens zwei Fahrzeugkomponenten relativ zueinander überwacht wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Abweichen der ermittelten Kennwerte von den Referenzkennwerten Warn-, Störungs- oder Alarmsignale gebildet werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Abweichen der gemessenen Kennwerte über einen tolerierbaren Bereich hinaus eine Abbremsung des Schienenfahrzeuges ausgelöst wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassten Schwingungsmuster und die davon ermittelten peak-spezifischen Kennwerte aufgezeichnet und statistisch ausgewertet werden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren kontinuierlich während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Schienenfahrzeuges durchgeführt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren als Onboard-Überwachung/Diagnose durchgeführt wird.

17. Vorrichtung zum Überwachen des Fahrverhaltens von Schienenfahrzeugen, wobei wenigstens ein Schwingungsaufnehmer an wenigstens einer Fahrzeugkomponente angeordnet ist, gekennzeichnet durch Mittel zur Auswertung der von wenigstens einem Schwingungsaufnehmer gelieferten Signale, wobei ein Peakkennwert der Eigenschwingung der wenigstens einen Fahrzeugkomponente erfassbar ist und mit einem zugeordneten Referenzkennwert der Fahrzeugkomponente verglichen wird.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Radlager ist.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Drehgestell ist.

20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente ein Wagenkasten ist.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente eine Schlingerdämpferkonsole ist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugkomponente eine Magnetschienenbremse ist.

23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwingungsaufnehmer ein triaxialer Beschleunigungssensor ist.

24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingungsaufnehmer mit wenigstens einer Signalerfassungs- und Auswerteeinheit verbunden sind.

25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit im Schienenfahrzeug angeordnet ist.

26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit für mehrere Schienenfahrzeuge eines Zuges in einem Triebfahrzeug des Zuges angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerfassungs- und Auswerteeinheit für mehrere Schienenfahrzeuge, insbesondere für mehrere Züge, in einer übergeordneten Leitzentrale angeordnet ist.

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbindung zwischen dem wenigstens einen Schwingungsaufnehmer und der Signalerfassungs- und Auswerteeinheit leitungsgebunden ist.

29. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbindung zwischen dem wenigstens einen Schwingungsaufnehmer und der Signalerfassungs- und Auswerteeinheit leitungslos ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

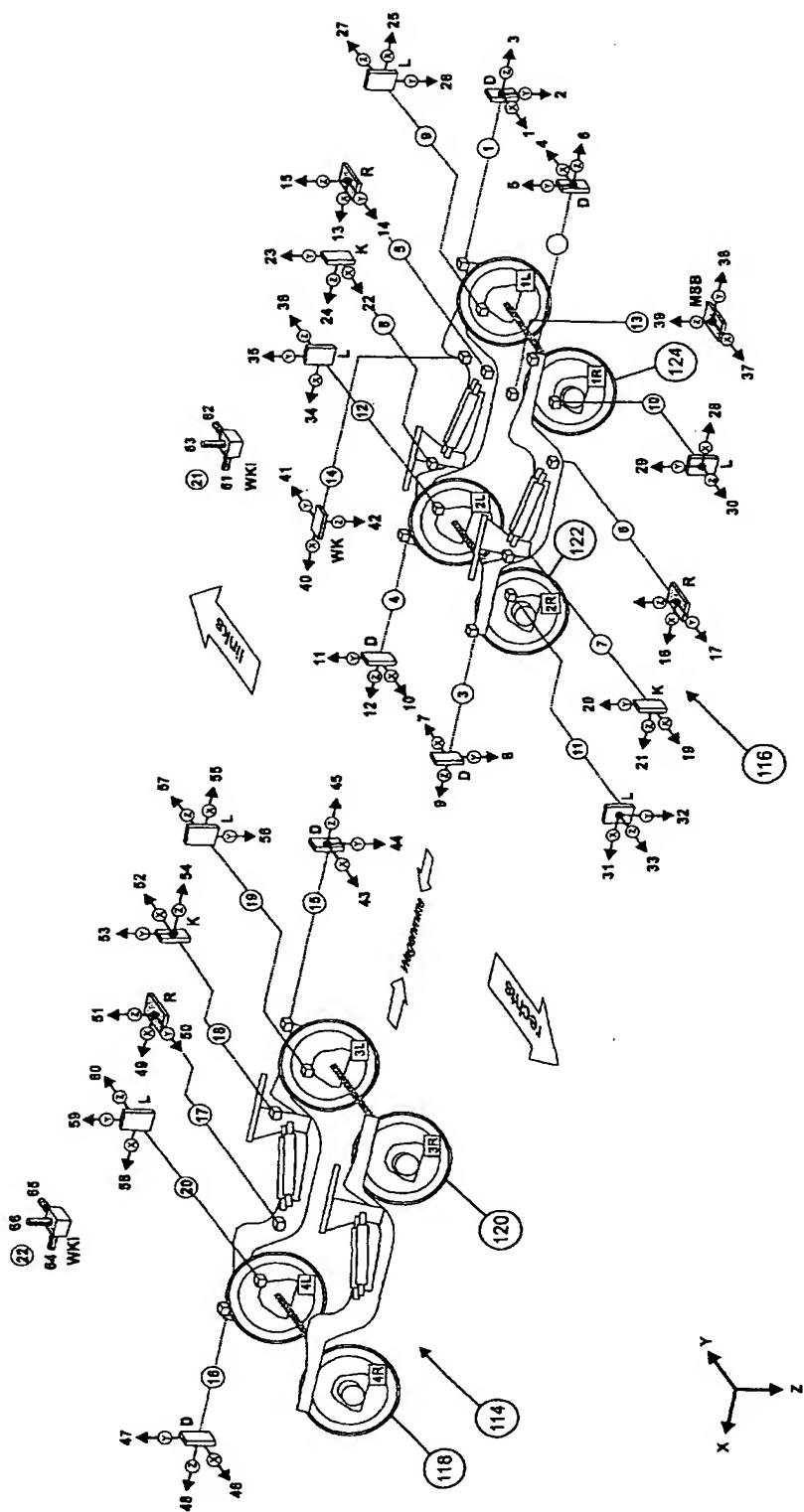


Fig. 2

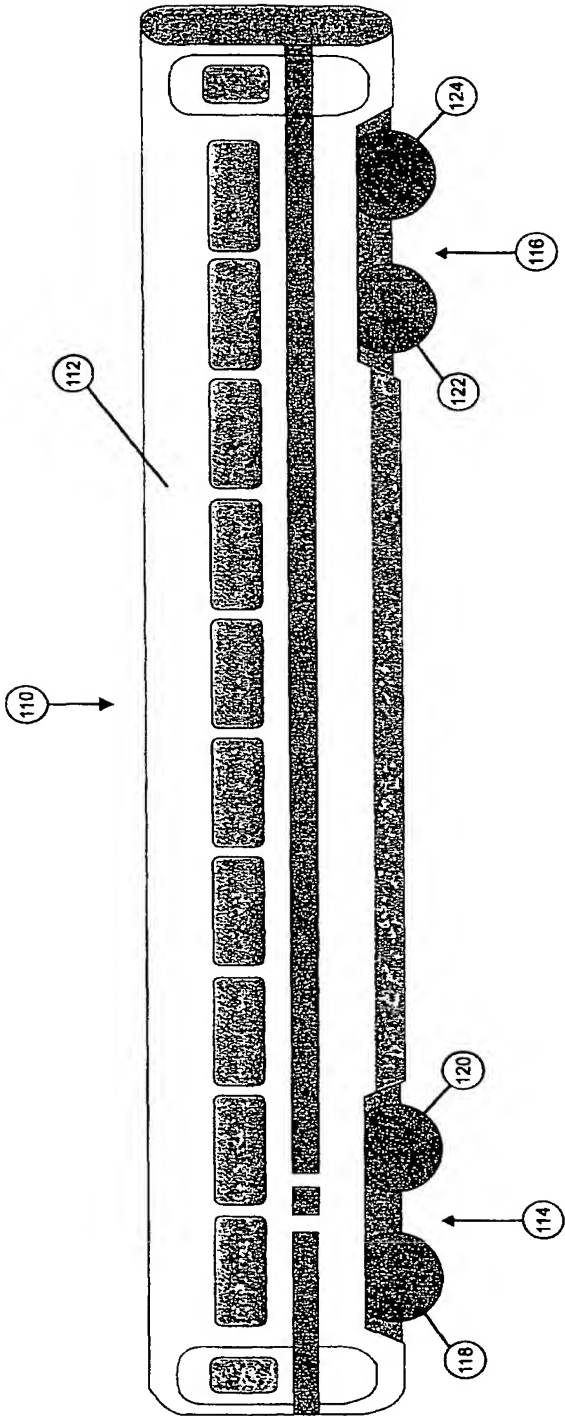


Fig. 1

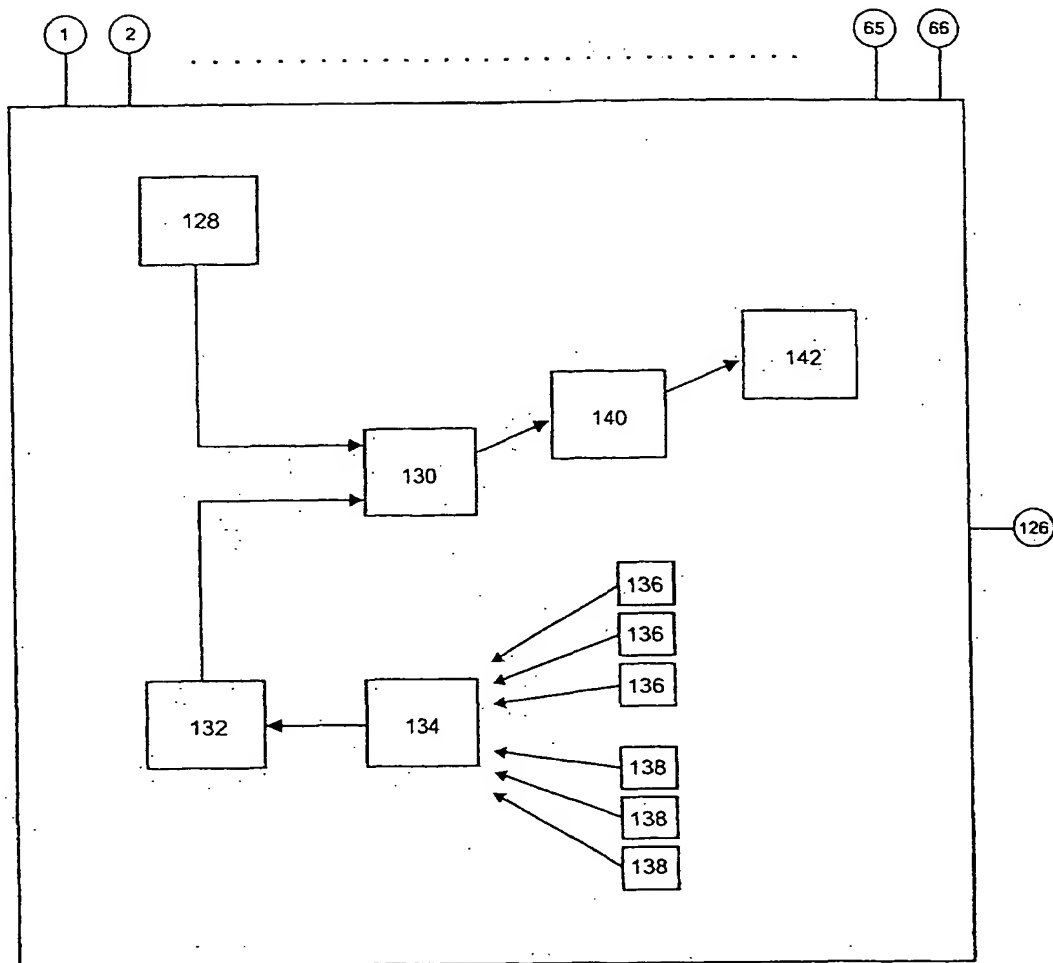


Fig. 2a



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**